

MODELO CONCEITUAL DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADO AO CADASTRO URBANO

Ten Cel QEM CRTG Osvaldo Aji Abib
Maj QEM CRTG Claudionor Tusco
Diretoria de Serviço Geográfico

A atuação desarticulada do Poder Público, no meio urbano, tem resultado num acentuado decréscimo da eficiência dos serviços urbanos, não permitindo que ocorra o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e a garantia do bem estar de seus habitantes.

Uma forma de canalizar os esforços das diferentes áreas de atuação da administração pública é a utilização de um sistema integrado que possibilite o planejamento, o acompanhamento, a avaliação de seus objetivos e o real atendimento dos anseios de seus cidadãos.

Um dos processos, que possibilita ao Administrador Municipal gerir seus recursos segundo esta abordagem, é a implantação de um sistema de Informações Geográficas.

Este trabalho propõe a modelagem conceitual de um Sistema de Informações Geográficas aplicado ao Cadastro Urbano através do modelo Entidade-Relacionamento.

São apresentados os diversos elementos existentes numa base de dados cartográficos e seus respectivos relacionamentos com as informações relativas aos órgãos Setoriais.

A concepção de Sistema de Informações Geográficas e a descrição de seus módulos.

I. Introdução

O Brasil é um dos primeiros países do mundo no que diz respeito à velocidade do processo de urbanização. Nas últimas décadas, inverteu-se o percentual de habitantes no campo e na cidade. Os 70% que outrora habitavam no campo, estão hoje nas cidades.

As grandes cidades têm recebido a maior parte do crescimento da população urbana, sendo que 50% desta população residem em apenas nove regiões metropolitanas. Diante desse crescimento explosivo, os esforços públicos, na orientação do desenvolvimento urbano, apesar da aplicação de investimentos significativos em alguns setores, tais como os de abastecimento de água e de energia elétrica, são superados num curto período de tempo, sendo incapazes de atender às necessidades básicas das cidades.

Desta maneira, os governos, particularmente o municipal, estão sempre a reboque do processo de urbanização, atuando em operações do tipo "Tapa-Buraco" e emergenciais.

Certamente, a atuação desarticulada do poder público no meio urbano, tem resultado no decréscimo da eficiência dos serviços urbanos, não permitindo que ocorra o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e a garantia do bem estar de seus habitantes.

Cabe ainda ressaltar a situação injusta na cobrança de tributos municipais, decorrente da falta de sistematização e atualização de informações. Verifica-se, em muitas cidades brasileiras, que as unidades habitacionais de pequena metragem e situadas em locais pouco valorizados pagam o mesmo IPTU que suntuosas mansões localizadas em pontos privilegiados.

Permanecendo este quadro, deverá ocorrer uma queda significativa da oferta como da qualidade dos equipamentos e serviços urbanos. Sabe-se que a maioria dos surtos de epidemias urbanas são resultantes da carência de saneamento básico e da degradação ambiental, resultantes de uma gerência amadora do meio urbano.

Para reverter este quadro, é preciso tratar a cidade com maior profissionalismo e com instrumentos capazes de contribuir para a identificação rápida de problemas e potencialidades, bem como, efetuar o levantamento de alternativas, em cada situação, a fim de facilitar o dirigente na busca da solução mais adequada.

Preocupado com este problema, o Plano Nacional de Desenvolvimento — PND, vigente, estabelece, dentro do capítulo destinado ao desenvolvimento regional, os seguintes objetivos:

- melhorar a qualidade de vida dos habitantes das cidades, através da ampliação de oferta de serviços básicos;
- estabelecer a participação das populações na organização do espaço;
- impedir o agravamento das condições urbanas do país, mediante tratamento integrado de ações setoriais;
- reduzir desequilíbrios na rede urbana através de promoção de investimentos públicos nas cidades médias e pequenas.

A consecução destes objetivos obriga que se tenha o perfeito domínio das informações da comunidade. O primeiro passo para investir, de forma eficiente, em serviços e equipamentos urbanos, é conhecê-los dentro do contexto da cidade.

Os administradores de metrópoles e aglomerados urbanos necessitam, principalmente, de uma base cartográfica e de parâmetros compatíveis para a articulação de ações espaciais e setoriais, a fim de apoiar, eficientemente, suas decisões.

Talvez o pior dos problemas da administração pública seja a descontinuidade que os projetos governamentais sofrem, por ocasião da substituição dos cargos políticos.

Os constituintes, ao elaborarem a recente Carta Magna, tiveram a preocupação de evitar esta descontinuidade e impedir que se modifique, casualmente, os projetos municipais. No parágrafo primeiro, do artigo 187, do capítulo II, é definido o Plano Diretor como sendo o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana, devendo o mesmo ser aprovado pela Câmara Municipal.

Evidentemente, não será suficiente, apenas, a elaboração adequada do Plano Diretor municipal, mas também, haverá a necessidade de acompanhar sua execução e propor sua atualização, em consonância com as alterações do município, decorrentes da própria dinâmica da cidade.

2. Fundamentos

2.1. Sistema de Informações Geográficas

Os Sistemas de Informações Geográficas, SIG, são sistemas que surgiram, na década de 60, e foram projetados para adquirir, gerenciar, analisar e exibir dados vinculados a uma determinada posição geográfica.

Um SIG dispõe de dois tipos distintos de dados:

- dados gráficos — que constituem a entidade geométrica, materializada por pontos, linhas e áreas;
- dados não gráficos — que descrevem, quantitativamente e/ou qualitativamente, a entidade geométrica.

Geralmente, um SIG típico realiza quatro funções básicas:

- aquisição;
- atualização;
- manipulação de dados;
- exibição de resultados.

A função de aquisição está relacionada com a conversão de informações analógicas em digitais. A coleta de dados é proveniente de diversas fontes, tais como: fotografias aéreas, ortofotos, levantamentos topográficos, imagens sensoriais, mapas, cartas, relatórios estatísticos e outras fontes de informações, por intermédio de restituidores, ortoprojetores, fitas magnéticas, digitalizadores e entrada de dados via teclado.

A função de atualização consiste na inserção, remoção ou modificação dos dados, sendo, normalmente, realizada através de um Sistema gerenciador de Banco de Dados - SGBD. Comporta as seguintes tarefas:

- armazenamento dos dados;
- recuperação de informações;
- preservação da integridade dos dados;
- controle do processo.

A função de manipulação de dados efetua a análise dos mesmos, extraindo informações que sejam relacionadas, a fim de gerar novas informações que atendam às diversas visões externas, permitidas pelo sistema. Poderá realizar as seguintes tarefas:

- seleção e agregação de informações;
- controle da geometria e topologia;
- conjugação de informações temáticas;
- extração de informações estatísticas.

A função de exibição de resultados refere-se, principalmente, à representação dos resultados dos dados manipulados e poderá ser, exclusivamente, constituída por dados não gráficos.

Cabe ressaltar que o aspecto mais relevante do SIG é obtido através da manipulação entre as mais diversificadas áreas de aplicação, tais como: Sociologia, Economia, Agricultura, Recursos Naturais, Geopolítica, dentre outras.

2.2. SIG Aplicado ao Cadastro Urbano

O cadastro urbano, normalmente, tem sido encarado como o levantamento cartográfico da cidade, ao qual se associa o sistema tributário. Este enfoque é demasiadamente simplista e não

envolve facilidades para o administrador, no sentido de apoiar a gestão urbana através do cadastro multifinalitário.

O SIG, aplicado ao cadastro urbano, tem os seguintes objetivos:

- uniformizar, sistematizar e relacionar todas as informações disponíveis sobre a região;
- gerenciar e analisar as informações, adequando-as às escalas e correlações distintas;
- subsidiar, acompanhar e avaliar o processo de planejamento e investimento;
- identificar as carências existentes;
- ampliar o grau de descentralização da informação, possibilitando seu acesso a qualquer cidadão;
- selecionar e analisar os problemas específicos dos equipamentos e serviços urbanos;
- identificação atual e precisa dos imóveis e serviços tributáveis.

Para atender estes objetivos, o banco de dados deverá conter informações descritivas e gráficas sobre os diversos objetos existentes, tais como rede de água, luz, playgrounds, escolas, postos de saúde, lotes, quadras, dentre outras.

Um banco de dados, integrado e topologicamente relacionado, poderá, a partir das análises pertinentes, responder perguntas do tipo:

- quais as áreas mais propícias à urbanização, segundo a atual disponibilidade de serviços e equipamentos urbanos? Quais as que exigiriam mais investimentos?
- O IPTU está sendo cobrado de forma socialmente justa e apoiando as diretrizes do desenvolvimento urbano?
- Quem são os proprietários dos terrenos baldios da cidade?
- Qual o melhor local para instalação de uma escola?

Normalmente, as informações que responderiam estas perguntas levariam algum tempo para serem levantadas, alocariam, também, tempo significativo em sua manutenção e, certamente, teriam que ser, novamente, atualizadas, quando viessem a ser solicitadas, e, ainda, teriam que ser cuidadosamente pesquisadas, para realmente, assessorar a decisão do administrador público.

Este assessoramento poderia ser prontamente realizado, no caso de se dispor de um Sistema de Informações Geográficas Aplicado ao Cadastro Urbano.

Sinteticamente, pode-se inferir que o SIG possibilita simular o efeito do processo P, no tempo T, para um dado cenário C.

3. MODELAGEM CONCEITUAL

3.1 FERRAMENTAS EMPREGADAS

Uma análise do processo evolutivo dos sistemas de informações, mostra uma marcante tendência para sua ampliação e abrangência e, por consequência, o acréscimo das dificuldades de implantação e manutenção do sistema, obrigando a adoção de procedimentos eficientes, no armazenamento e recuperação dos dados, a fim de se evitar a deterioração do sistema.

Os diversos procedimentos de uma empresa, por exemplo, podem ser resolvidos, isoladamente, através das tarefas específicas, tornando-os, totalmente, independentes dos demais. Sob este enfoque, os dados e as tarefas são duplicados, gerando, desta maneira, inconsistência dos dados e tornando a manutenção das tarefas mais dispendiosa.

Para evitar estes problemas, os dados dos diferentes setores da empresa passam a ser integrados em um mesmo conjunto, constituindo um banco de dados.

Denomina-se banco de dados uma coleção de representações da realidade sob a forma de dados interrelacionados, tão coerentes quanto possível, memorizados com uma redundância calculada e estruturada de maneira a facilitar a sua exploração, para satisfazer uma grande variedade de demandas.

A principal característica de um banco de dados é o controle centralizado, isto é, todos os dados relativos a uma mesma organização se encontram sob uma mesma direção e orientação. A adoção deste critério apresenta, dentre outras, as seguintes vantagens:

- preservação da integridade dos dados;
- melhor padronização dos métodos e processos;
- diminuição de conflitos;
- compartilhamento dos dados;
- minimização de inconsistências;
- manutenção de regras de segurança.

A administração dos dados, normalmente, é realizada através de um sistema gerenciador de banco de dados — SGBD, cuja função é descrever os dados, determinar as suas interligações e passá-las para as aplicações.

Para cumprir seus objetivos, o SGBD deve atender, tanto a requisitos inerentes ao BD, como os de uma interface que satisfaça às necessidades do BD. Alguns destes requisitos são:

- assegurar a integridade das informações;
- controlar a redundância;
- manter e permitir o relacionamento dos dados;
- apresentar um bom desempenho;
- oferecer estruturas de dados compatíveis com as necessidades dos usuários;
- manter a independência dos dados;
- controlar o acesso concorrente;
- estabelecer o controle do acesso.

O acesso ao BD, através de um SGBD, normalmente, é realizado por intermédio de linguagens padronizadas, que são caracterizadas por dois módulos distintos:

- Linguagem de Definição de Dados (LDD) — responsável pela descrição e estruturação dos objetos do BD;
- Linguagem de Manipulação de Dados (LMD) — que permite a manipulação desses objetos, através de consultas às informações contidas na base.

Conforme sua origem, estas linguagens podem ser de dois tipos:

- Linguagem embutida ou hospedeira — quando os objetos da base podem ser acessados, através de outra linguagem de alto nível;
- Linguagem autocontida — neste caso, é criada uma nova linguagem, independente, para acessar as informações contidas na base.

Em 1971, com o objetivo de padronizar os diversos aspectos do BD, a CODASYL ("Conference on Data System and Language") estabeleceu, através do ANSI/SPARC ("American National Standards Institute/Systems Planning and Requirements Committee") uma arquitetura abrangente, que atende grande parte das aplicações. Esta arquitetura, conforme esquema apresentado na figura 1, é dividida em três níveis:

- conceitual;
- externo;
- interno.

O nível conceitual descreve a realidade do mundo global dos objetos que estão sendo modelados. este nível é definido pelo Administrador de Dados — AD — que é o responsável pelas informações. Deverá conter as definições das entidades, atributos e seus relacionamentos, bem como prever procedimentos de integridade e segurança.

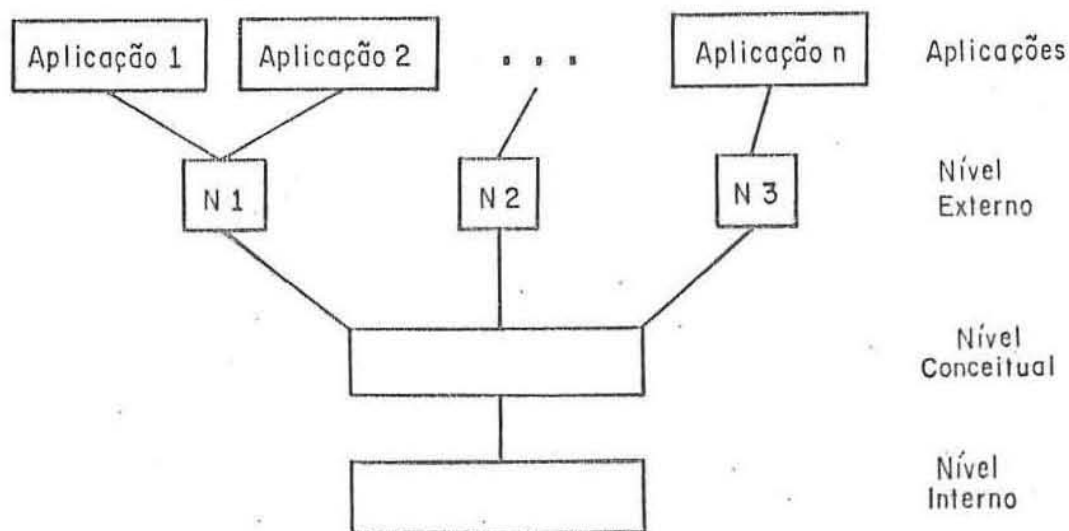


Figura 1 - Níveis de um Banco de Dados

Um dos processos mais utilizados na descrição do modelo conceitual é o Modelo Entidade-Relacionamento, proposto por Peter Chen, em 1976, e estendido por Navathe e Cheng, em 1983. Este modelo é aplicado na concepção, planejamento e implantação de um banco de dados e envolve os seguintes elementos básicos:

- Entidade — tudo que é real e distinto de fato ou de pensamento, por exemplo, mesa, cadeira, rio;
- Atributo — é uma característica da entidade;
- Valor do Domínio — é a ocorrência de um atributo dentro de seu domínio;

Relacionamento — é a associação entre entidades.

Num relacionamento tem-se os seguintes elementos:

- as entidades individuais associadas;
- o nome da associação;
- a direção do relacionamento.

O relacionamento entre as entidades, normalmente, pode ser de um dos seguintes tipos:

- 1:1 (um para um) — por exemplo, no mundo ocidental, cada marido só pode ter uma esposa e vice-versa;
- 1:n (um para vários) — por exemplo, numa empresa, um empregado trabalha num departamento, mas um departamento pode ter vários empregados;
- m:n (vários para vários) — por exemplo, um empregado trabalha em vários projetos e cada projeto pode contar com vários empregados.

O nível externo contém a visão particular de uma classe de aplicação e representa o ponto de vista, específico, de cada usuário, sobre a base de dados. Os responsáveis por este nível são os Administradores de Aplicação (AA), vinculados a cada uma das classes de usuários.

O nível interno, por sua vez, está relacionado à representação física dos dados. O responsável por ele é o Administrador de Banco de Dados (ABD). Neste nível, são definidos os arquivos, as estruturas de dados, os caminhos de acessos, etc.

O sistema gráfico é um conjunto de equipamentos e recursos destinados à implantação de uma aplicação gráfica. O sistema gráfico é a base física necessária à execução das operações inerentes à computação gráfica, que pode ser definida como o processo de criação, manipulação e visualização dos modelos geométricos.

3.2 MODELO PROPOSTO

3.2.1 Abordagens

A modelagem de sistemas de informações, atualmente, é realizada através das seguintes abordagens:

- "top-down" — neste caso, os objetos são as próprias feições geográficas, tais como: rodovias, rios, edificações, etc., sendo representadas, graficamente, através de pontos, linhas ou áreas;
- "botton-up" — sob este enfoque, considera-se como objetos as unidades elementares da representação gráfica (pontos, linhas e áreas), sendo as feições geográficas simples componentes daquelas.

3.2.2 Abordagem Proposta

A abordagem adotada na modelagem conceitual do sistema ora proposto, é uma composição das duas abordagens, anteriormente, descritas.

A abordagem "top-down" é utilizada para representar objetos característicos de uma região urbana, tais como, propriedades, ruas, posteamento, solos, dentre outros.

A representação topológica dos objetos é realizada através da abordagem "botton-up" pelo desmembramento dos mesmos em pontos, linhas e áreas.

3.2.3 Apresentação do Modelo

O modelo do sistema, conforme a figura 2, é composto pelos módulos Componentes e a Base Geográfica, que é associada a um sistema gráfico.

O módulo Componentes é constituído de níveis que agregam objetos com características semelhantes, sendo estratificados em:

- Base — curvas de nível e pontos de apoio;
- Ambiental — elementos relativos ao solo, geologia, vegetação, forma do terreno, hidrografia e outras feições geográficas;
- Engenharia — luz, gás, telefone, hidrantes, água e esgoto, entre outros;
- Planimetria — elementos não incluídos na Base Geográfica, tais como, escolas, hospitais, igrejas, clubes, etc.

A Base Geográfica contém as feições características da ocupação urbana, que constituem as unidades elementares do ca-

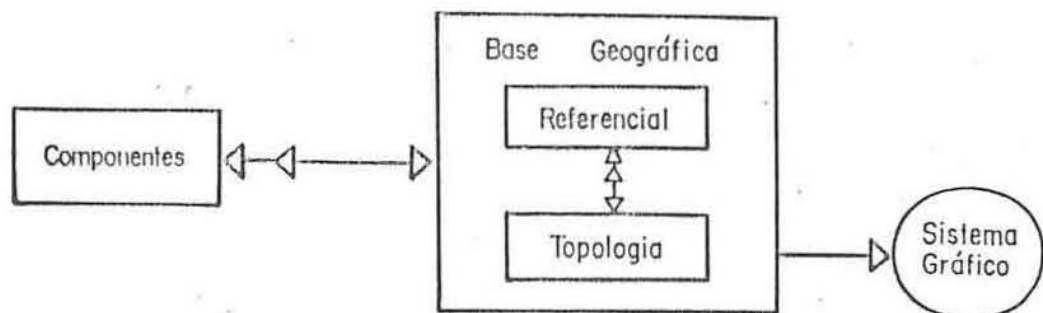


Figura 2 - Esquema do Sistema de Informações Geográficas Aplicado ao Cadastro Urbano

dastró, sendo estruturadas, topologicamente, e representadas, graficamente. Ela é composta pelos seguintes elementos:

- Referencial;
- Topologia.

O elemento Referencial contém as estruturas básicas da ocupação e organização urbanas, sendo constituído pelas seguintes unidades:

- propriedade;
- lote;
- rua;
- quadra;
- bairro.

O elemento Topologia estabelece o relacionamento entre as representações das feições urbanas, através das seguintes unidades topológicas:

- nó;
- arco;
- poligonal.

Nó é definido por coordenadas associadas a um determinado sistema de referência. Destina-se a representar as feições punctiformes, assinalar o cruzamento de feições lineares e definir as extremidades de um arco.

Arco é um conjunto de segmentos contínuos e cujas extremidades são nós. Seus segmentos estão definidos no sistema gráfico.

Poligonal é o conjunto de um ou mais arcos que representam a geometria de feições lineares ou planares. Denomina-se Poligonal Aberta, quando se referir a feições lineares, e Poligonal Fechada, quando estiver definindo o contorno de feições planares. Um caso particular de poligonal fechada é quando a mesma é constituída, apenas, de um arco, cujas extremidades coincidem, recebendo então a denominação de Ilha.

É importante observar que um polígono pode conter mais de uma feição. Por exemplo, no interior de um bosque, poderá

existir rios, lagos, clareiras, dentre outras feições. Deve-se, portanto, subdividir a poligonal fechada em:

- homogênea — constituída por apenas uma feição;
- heterogênea — contém duas ou mais feições.

O Sistema Gráfico, associado à Base Geográfica, geralmente, é constituído de um núcleo gráfico, desenvolvido segundo a metodologia preconizada pelos padrões aceitos, internacionalmente. Ele deverá possibilitar, pelo menos, a representação de ponto e segmento, correspondentes à exibição das unidades topológicas Nó e Arco, respectivamente.

Os elementos do módulo Componentes envolvem uma ou mais entidades, contendo informações descritivas do sistema. O elemento Vegetação, por exemplo, conteria as entidades Árvore (ponto) e bosque (área); o elemento Luz representaria as entidades Ligações (Linha) e Postes (ponto); já o elemento Educação envolveria somente a entidade Escola (ponto).

Não há relacionamento direto entre os elementos do módulo Componentes. Ele é realizado, indiretamente, através do módulo Base Geográfica, seja pelo elemento Referencial ou pelo elemento Topologia.

O conteúdo deste módulo é variável, conforme as necessidades da administração municipal. A maior ou menor quantidade de elementos ditará o tipo de controle que pode ser realizado e as operações possíveis.

As entidades e os atributos dos elementos do módulo Base Geográfica são invariantes.

O modelo Entidade-relacionamento do elemento referencial é apresentado na figura 3, onde se pode visualizar suas entidades e os relacionamentos decorrentes.

Os relacionamentos são do tipo um para vários (1:n), exceto Prop-Lote e Rua-Quadra, que são do tipo vários para vários (m:n), obrigando a criação de arquivos "dummy". Apesar de não terem sido assinalados os atributos das entidades, no caso particular do relacionamento Rua-Quadra, é importante mencionar que

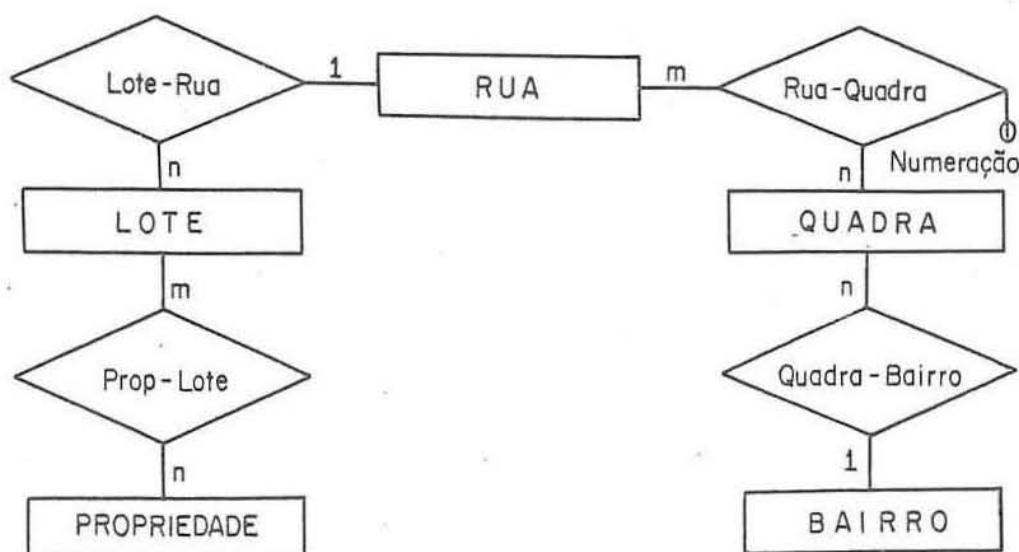


Figura 3 - E-R do Elemento Referencial

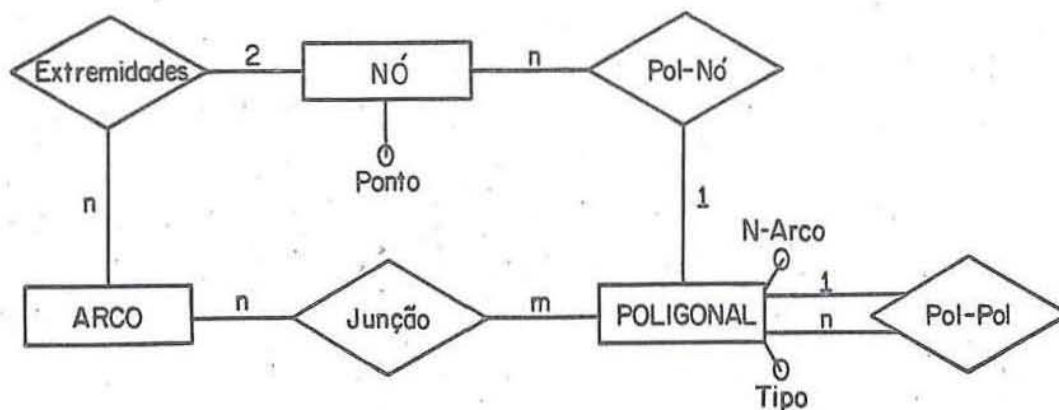


Figura 4 - E-R do Elemento Topologia

um de seus atributos é Numeração, que consiste nos números extremos de uma quadra, em relação a uma determinada rua.

O elemento Topologia compreende as unidades topológicas e as ligações existentes entre as mesmas. Tem a finalidade de estabelecer o encadeamento topológico dos dados digitais, referentes às representações das feições urbanas. É composto pelas entidades Nó, Arco e Poligonal, correspondentes ao mapeamento das unidades topológicas, e pelos relacionamentos Extremidades, Junção, Pol-Nó e Pol-Pol, decorrentes das ligações existentes entre as unidades mencionadas.

A figura 4 esquematiza o elemento Topologia, através do modelo E-R, onde estão assinalados os atributos inerentes a cada entidade.

A entidade Nó é constituída pelo atributo ponto, estrutura que contém os elementos abscissa e ordenada.

A entidade Poligonal é composta pelos atributos:

- N_Arcos — número de arcos que compõem a poligonal;
- Tipo — indica o tipo de configuração da poligonal.

A configuração da Poligonal, resultante da junção de Arcos, poderá ser Aberta ou Fechada, conforme a geometria das feições que estiver representando, seja linear ou planar, respectivamente.

No caso da poligonal ser fechada, deverá, ainda, ser classificada segundo a quantidade de feições que são envolvidas pelo seu contorno; neste caso, é necessário que, pelo menos, uma das feições tenha a configuração planar. Se a poligonal contiver, apenas, uma feição, será denominada Poligonal Fechada-Homogênea, e se for constituída por mais de uma feição, receberá a denominação de Poligonal fechada-Heterogênea.

O relacionamento Extremidades refere-se às entidades Nó e Arco. Ele relaciona, a cada arco, dois nós, que são as extremidades do arco, e cada nó poderá ser a extremidade de vários arcos.

O relacionamento Junção engloba as entidades Arco e Poligonal. Uma poligonal poderá ser o resultado da junção de vários arcos e um arco poderá pertencer a várias poligonais, caracterizando, portanto, um relacionamento de várias entidades, com várias entidades (m:n).

Os relacionamentos Pol-Nó e Pol-Pol dizem respeito a existência de Ligações entre a entidade Poligonal, quando esta for do

tipo Fechada-Heterogênea, com as entidades Nó e Poligonal, respectivamente. A associação destes relacionamentos é de um para vários (1:n).

Deve-se observar que o relacionamento Pol-Pol é efetuado, somente, sobre a entidade Poligonal. Este tipo de relacionamento deverá ser realizado através de um arquivo "dummy".

4. CONCLUSÃO

4.1 TENDÊNCIAS

O desenvolvimento dos primeiros SIG foram condicionados a uma tecnologia incipiente, não permitindo que tivessem a capacidade de gerar soluções adequadas aos problemas que lhes fossem apresentados.

Face ao surgimento de novos recursos, tanto em "hardware", como em "software", os SIG terão, certamente, um acelerado desenvolvimento, considerando que:

- a constante diminuição da relação custo/capacidade dos computadores e o aumento de sua memória têm possibilitado um armazenamento cada vez maior de informações. Esta característica capacita um SIG a armazenar, simultaneamente, a mesma informação, nos formatos matricial e vetorial e, ainda, efetuar o controle desta duplicidade de dados, a fim de evitar a perda de sua integridade. Em consequência, os acessos às estruturas do banco de dados tornar-se-ão mais ágeis, pois não mais necessitarão realizar as conversões relativas ao formato de armazenamento da informação;
- inúmeras pesquisas vêm sendo desenvolvidas no aperfeiçoamento de equipamentos de câmaras de barrete eletrônico e de varredura ótica, com os correspondentes dispositivos de exibição, permitindo seu emprego em vários tipos de aplicações;
- a proliferação, aliada ao crescente desempenho, dos microcomputadores, tem criado impactos em todas as áreas da computação, permitindo que se desenvolva processos cada vez mais sofisticados. Desta maneira, pode-se afirmar, sem receio, que o desenvolvimento de um SIG é capaz de ser realizado, inteiramente, em ambiente de microcomputador;
- atualmente, grande parte das pesquisas relacionadas a Banco de Dados está orientada para o modelo relacional, em virtude

das facilidades obtidas, ao definir os dados sob a forma de relação. No caso específico de SIG, os trabalhos mais recentes têm adotado este modelo, principalmente por possibilitar grande flexibilidade de análise da informação, através da álgebra relacional;

as pesquisas recentes, na área de inteligência artificial, principalmente, nos setores de sistemas especialistas, reconhecimento de padrões e linguagem natural, têm mostrado sua aplicabilidade em vasto campo relacionado à computação. No caso particular do SIG, alguns sistemas estão sendo desenvolvidos usando técnicas de Inteligência Artificial, para edição interativa e análise.

4.2 DISPONIBILIDADES

Encontra-se, na literatura mundial, uma vasta gama de propostas de implantação de SIG para as mais diversas aplicações. Sistemas, como o proposto neste trabalho, ainda são incipientes, apesar da consciência, cada vez maior, de sua necessidade e importância. Os sistemas mais simples, disponíveis, executam, somente, parte do SIG, evitando a complexidade de operações topológicas e as relacionadas à análise e manipulação.

No Brasil, não existe, ainda, um SIG que atenda a todas as necessidades do administrador urbano, constituindo uma poderosa ferramenta de apoio à decisão colocada à disposição daquele dirigente.

No intuito de justificar a viabilidade da implantação de um sistema, nos moldes do proposto, descreve-se, a seguir, algumas características de "hardware" e "software", disponíveis no mercado interno, que poderão ser utilizados no desenvolvimento do mesmo.

4.2.1 HARDWARE

- Aquisição de Dados — pode ser realizada através da restituição digital (restituidores conectados a microcomputadores), mesa digitalizadora (com formato e resolução compatíveis com a aplicação), Levantamentos topográficos ou Leitura de fitas CCT ("Computer Compatible Tape") relativas às imagens de satélites da série LANDSAT ou SPOT;
- Atualização e Manipulação — neste segmento, encontram-se os supermicros, e microcomputadores com velocidade de processamento e áreas de memórias interna e externa suficientes para atendimento de grande parte das cidades brasileiras, assim como terminais gráficos com a resolução necessária para representação dos diversos objetos geográficos;
- Exibição — este módulo é atendido por "plotter" de pena (com formato e resolução compatíveis com a aplicação), terminais gráficos e impressoras.

4.2.2 SOFTWARE

A necessidade de ferramentas básicas, para o desenvolvimento de sistemas específicos, é contemplada pelos SGBD, geral-

mente relacionais, e núcleos gráficos disponíveis para pequenos computadores. Neste aspecto, é interessante ressaltar que estas duas ferramentas sejam desenvolvidas segundo uma mesma filosofia, a fim de facilitar o seu interfaceamento. Da mesma forma, no desenvolvimento dos aplicativos, é desejável que se utilize uma linguagem hospedeira, compatível com estas duas ferramentas, possibilitando a implementação de um sistema integrado, sem ter de criar interfaces complexas.

Esta é a posição, atual, do cenário brasileiro; de um lado, se dispõe de equipamentos e programas básicos; em contrapartida, encontram-se as reais e prementes necessidades das administrações públicas. O que estaria faltando?

BIBLIOGRAFIA

1. Abib, O.A. — Cartografia Apoiada por Computador — Anais do XII Congresso Brasileiro de Cartografia — 1985.
2. Abib, O.A. — O sistema Geográfico de Informações no Planejamento Urbano — Anais do II Congresso Nacional de Automação Industrial — 1985.
3. Abib, O.A. — Especificações para um Sistema de Cartografia Apoiada por Computador — Tese de Mestrado — IME — 1986.
4. Abib, O.A. — Geoprocessamento como Instrumento de Apoio à Administração Urbana — Anais do XIII Congresso Brasileiro de Cartografia — 1987.
5. Chen, P.P. — The Entity Relationship Model: Toward a Unified View of Data — ACM Transactions on Database Systems — 1976.
6. CODASYL — DBTG — CODASYL Data Base Task Group Report - ACM — 1971.
7. Crain, I.K. e MacDonald, C.L. — Trends in Data Structures in GIS — Nineteenth International Symposium on Remote Sensing of Environment - 1985.
8. dangermond, J. e Freedman, C. — A Conceptual Model of a Municipal Data Base — Basic Readings in Geographic Information Systems — 1983.
9. Date, C. J. — An Introduction to Database System — Addison-Wesley — 1977.
10. ESRI — Environmental Systems Research Institute — Geographic Information Software Descriptions — 1986.
11. MacDonald, C.L. e Crain, I.K. — Applied Computer Graphics in a Geographic Information System-Problems and Successes Graphic Interface — 1985.
12. Moura, A.M. e Abib, O.A. — Banco de Dados Geográficos - Uma Proposta de Especificação — I Simpósio Brasileiro de Banco de Dados — 1986.
13. Navathe, S. e Cheng, A. — Database Schema Mapping, Entity Relationship Approach to information Modeling and Analysis — North Holland — 1983.
14. Tusco, C. — Base de Dados — Um Sistema de Informações Cartográficas — Tese de Mestrado — IME — 1988.
15. Tusco, C. — Sistema de Informações Cartográficas - III Simpósio Brasileiro de Banco de Dados — 1988.